### **Технологичность деталей по применяемым материалам**

Общие замечания.

повышение процента легирующих элементов в стали, как правило, снижает обрабатываемость резанием;

большое влияние (особенно для сталей) на обрабатываемость резанием оказывает макро- и микроструктура;

среди низколегированных цементируемых сталей лучше обрабатываются с крупнозернистой структурой, получаемой после нормализации при высокой t, с;

среднеуглеродистые стали лучше обрабатываются при структуре пластинчатого перлита;

структура, состоящая из зернистого перлита и феррита не обеспечивает малой высоты неровностей из-за вязкости ;

ферритная структура имеет склонность к образованию при обработке на режущей кромке инструмента нароста, что приводит к увеличению высоты неровностей ;

перлитно-ферритная и мартенситная структура (а также промежуточная; трооститная, сорбитная) способствует получению низкой высоты неровностей при возрастании сопротивления материала резанию;

понижению ударной вязкости способствует улучшению отделения стружки, и наоборот;

особенно низкой обрабатываемостью обладают нержавеющие и жаропрочные стали у аустенитного и аустенитно-карбидного класса, а также у титановых сплавов; отжиг, отпуск, обработка холодом улучшает их обрабатываемость.

Характеристика обрабатываемости резанием основных конструкционных материалов и сплавов при точении

|  |  |
| --- | --- |
| Материал | Характеристика обрабатываемости |
| сталь конструкционная С<0 = 0,3% | Шероховатость не лучше Rz20, усилия резания небольшие, допускается форсирование режима обработки. |
| сталь конструкционная С>0,3% | Шероховатость низкая, усилие резания растут с увеличением содержания С. Желательная твердость материала под механическую обработку HRC 30-35, что достигается соответствующей термообработкой. |
| сталь с содержанием серы S(0,08-0,2)% | Обрабатываемость улучшается в связи с появлением в стали хрупкой составляющей MnS. Детали из этих сталей не должны нести высоких нагрузок. |
| сталь с содержанием фосфора Р до 0,15% (автоматная). | Обрабатываемость улучшается в связи с появлением хрупкой составляющей. При содержании Р>0,15% повышается твердость стали и обрабатываемость ухудшается. Фосфор снижает пластичность стали. |
| сталь с содержанием марганца Мn до 1,5% при С(0,35-0,45)% | Обработка улучшается с увеличением Мn, он повышает прочность и снижает пластичность стали. |
| сталь с содержанием  свинца Рb до 0,2% | Резко улучшает обрабатываемость и снижает высоту неровностей (частицы свинца играют роль смазки). |
| сталь с содержанием  Аl и Si | Обрабатываемость снижается из-за образования окислов Al2O3 и SiO2, которые оказывают абразивные действия на инструмент. |
| сталь с содержанием  хрома. | Обрабатываемость резко снижается из-за упрочнения стали. |
| нержавеющие, хромо-  никелевые: жаропрочные ферритного и  аустенитно-карбидного класса (типа 12Х18Н9) | Обрабатываемость весьма низкая из-за наличия Al, Si, Ti, слабее влияют Mo, Co, Mn, Cr, W. Добавки Р и S значительно улучшают обрабатываемость. |
| стали с содержанием -  Ni, Mo, V. | Обрабатываемость удовлетворительная после соответствующей термообработки. |
| чугуны | Обрабатываемость ниже, чем у сталей из-за абразивного действия на режущий инструмент. |

Назначение конструкционных сталей основных марок

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Марка стали | Термическая  обработка | Механические свойства | Область применения |
| Ст3 | Без термической обработки | δв = 37 ÷ 49,  δт = 24 ÷ 21 кгс/мм2  соответственно при толщинах  20 –100 мм | Сварные конструкции; детали, работающие с малой нагрузкой без трения; кожухи, щитки, крышки, прокладки |
| А12 | Жидкостная  цементация или цианирование | Поверхность  HRC 56 . . . 62 | Мелкие малонагруженные детали, к которым предъявляются требования шероховатости поверхности и сопротивление износу: винты, гайки, оси, кольца |
| 15 | Цементация,  закалка в воде, отпуск | При сечении до  50 мм:  σв = 45 ÷ 55;  σт = 25 ÷ 30;  δ ≥ 20; ψ ≥ 50;  HRC 56 . . . 62 | Малонагруженные мелкие и средние детали простой конфигурации, работающие в условиях трения: валки, втулки, упоры, пальцы, оси |
| 35 | Без термической обработки | δв = 60, δт = 32, ψ = 45, δ5 = 15  НВ = 207  (без термообр.)  НВ = 229  (нагартован-ная) | Малонагруженные детали: оси, тяги, кольца, рычании, фланцы |
| Закалка в воде, отпуск | При сечении до  20 мм:  σв ≥ 100; σт ≥ 65;  δ ≥ 8; ψ ≥ 30;  HRC 30 . . . 40 | Мелкие средненагруженные детали, к которым предъявляются требования повышенной прочности: втулки, валики, винты, штифты, упоры, кольца |
| Жидкостная цементация или цианирование | - | Малонагруженные детали, к которым предъявляются требования сопротивления износу: установочные винты, оси и детали крепежа |
| А40Г | Без термической обработки | δв = 60, ψ = 20, НВ = 207, δ5 = 14 | Ходовые винты металлорежущих станков |
| 45  45 | Улучшение (за  калка с высоким отпуском) | При сечении до  100 мм:  σв ≥ 75; σт ≥ 45;  δ ≥ 13; ψ ≥ 35;  αн ≥ 5  HRC 192 . . . 285 | Средненагруженные детали, работающие при небольших скоростях и средних удельных давлениях: валы, работающие в подшипниках качения, шлицевые валы, шпонки, втулки, вилки |
| Закалка нагревом т.в.ч. с глубиной закаленного слоя 1,8 – 2,2 мм, отпуск | σв = 90 ÷ 120;  σт = 70 ÷ 90;  δ ≈ 7; ψ ≈ 20;  HRC 38 . . . 46 | Детали средних размеров несложной конструкции, к которым предъявляются требования повышенной прочности и твердости: ролики, валики, цапфы, винты, собачки и др. |
| Закалка нагревом т.в.ч. с глубиной закаленного слоя 1,8 – 2,2 мм, отпуск | HRC 50 . . . 80 | Детали средних и крупных размеров, к которым предъявляются требования высокой поверхностной твердости и повышенной износостойкости: зубчатые колеса, шпиндели и валы, работающие в подшипниках скольжения при средних окружных скоростях. При требовании повышенной прочности сердцевины изделия (средних размеров) материалы должны быть улучшены перед закалкой с нагревом т.в.ч. |
| Закалка в масле, отпуск | σв ≥ 90; σт = 65;  δ ≥ 15; ψ ≥ 40;  HRC 30 . . . 40 | Мелкие тонкостенные детали сложной конфигурации |
| Закалка в воде или в щелочном растворе | При сечении до  20 мм:  σв ≥ 120; σт = 95; δ ≥ 6;  HRC 40 . . . 50 | Детали средних размеров несложной конфигурации: стопоры, фиксаторы, храповики, упоры, валики |
| У10 | Без термической обработки | - | Ходовые винты прецизионных станков |
| Закалка в воде или в щелочном растворе, отпуск | HRC 58 . . . 62 | Центры к станкам, втулки |
| 50Г2 | Нормализация | НВ 187. . . 230 | Крупные малонагруженные детали тяжелых машин: зубчатые колеса, шпиндели и валы, работающие в подшипниках качения |
| Закалка в масле, отпуск высокий | При сечении до  80 мм:  σв ≥ 96; σт = 70;  δ ≥ 9; ψ ≈ 40;  HRC 250 . . . 300 | Средненагруженные крупногабаритные детали тяжелых машин, к которым предъявляются требования общей повышенной прочности: зубчатые колеса, шпиндели и валы, работающие в подшипниках качения |
| 65Г | Закалка в масле, отпуск | - | Детали, к которым предъявляются требования высокой износоустойчивости и высоких пружинящих свойств, например цанг, высокая твердость (HRC 58 . . . 62) относится к головке цанги; на хвостовой (пружинящей) части твердость HRC 42 . . . 48 |
| При сечении до  20 мм:  σв ≥ 150; σт ≥ 125;  δ ≥ 5; ψ ≥ 10;  σ-1 ≈ 59;  HRC 42 . . . 48 | Детали, работающие при знакопеременных нагрузках; крупные пружины, пружинящие кольца и шайбы, фрикционные диски |
| 45Х | Закалка, высокий отпуск | НВ 230 . . . 280 | Крупногабаритные детали с общей повышенной прочностью, работающие при средних скоростях и средних удельных давлениях, валы в подшипниках качения, зубчатые колеса, червячные валы, шлицевые валы |
| При сечении до 100 мм:  σв ≥ 85; σт ≥ 60;  δ ≥ 10; ψ ≥ 40;  σ-1 ≈ 36; αн ≥ 5  HRC 230 . . . 300 | Детали, работающие при средних скоростях, удельных давлениях и ударных нагрузках: валы, вращающиеся в подшипниках качения, валики, зубчатые колеса |
| 40ХН | Закалка в масле, отпуск | При сечении до  40 мм:  σв = 160; σт ≥140;  δ ≥ 7; ψ ≥ 40;  αн ≥ 4  HRC 48 . . . 54 | Мелкие и средние детали, работающие при высоких удельных давлениях и ударных нагрузках, при требовании высокой прочности и повышенной пластичности: зубчатые колеса, кулачковые муфты, червяки |
| 18ХГТ | Цементация закалка в масле, отпуск | При сечении до  50 мм:  σв ≥ 100; σт ≥ 80;  δ ≥ 9; ψ ≥ 50;  αн ≥ 8  Сердцевина  НВ 240 . . . 300  Поверхность  HRC 56 . . . 62 | Детали работающие при больших скоростях, средних и высоких удельных давлениях, при наличии ударных нагрузок: валы, вращающиеся в подшипниках скольжения, зубчатые колеса, червяки, кулачковые муфты, втулки. Применяют при требовании высокой поверхностной твердости и износоустойчивости, если необходима более высокая прочность и вязкость, чем у стали 20Х |
| 12ХН3А | Цементация, закалка в масле, отпуск | При сечении до  100 мм:  σв ≥ 85; σт ≥ 70;  δ ≥ 10; ψ ≥ 50;  αн ≥ 8; σ-1 ≈ 39  Сердцевина  НВ 260  Поверхность  HRC 58 . . . 62 | Сильно нагруженные детали с высокой поверхностной твердостью, износоустойчивостью и вязкой сердцевиной, работающие при больших скоростях и ударных нагрузках: шпиндели и валы в подшипниках скольжения; зубчатые колеса сложной конфигурации, гильзы, кулачковые муфты, червяки |
| 38Х2Ю | Азотирование | При сечении до  60 мм:  σв ≥ 95; σт ≥ 80;  δ ≥ 12; ψ ≥ 50;  αн ≥ 8;  Сердцевина  НВ 260  Поверхность  HV 870 . . . 1020 | Детали очень высокой твердости и износоустойчивости при незначительной деформации: копиры, эксцентрики, плунжеры |
| ШХ15 | Закалка в масле, отпуск | σв ≈ 220; σт ≈ 170;  αн ≈ 0,5; σ-1 ≈ 66,5 | Детали с высокой твердостью и износоустойчивостью: статоры лопастных насосов, копиры, ролики, собачки храпового механизма, пальцы |
| 20Х | Цементация, закалка в масле, отпуск | При сечении до 40 мм:  σв ≥ 85; σт ≥ 63;  δ ≥ 10; ψ ≥ 40;  αн ≥ 6; σ-1 ≈ 59  Сердцевина  НВ ≥ 212  Поверхность  HRC 56 . . . 62 | Детали средних размеров с твердой износоустойчивой поверхностью при достаточно прочной и вязкой сердцевине, работающие при больших скоростях и средних удельных давлениях: зубчатые колеса, кулачковые муфты, втулки, направляющие планки, плунжеры, копиры, шлицевые валики, шпиндели и валы, работающие в подшипниках скольжения |
| 40Х | Закалка в масле, высокий отпуск | При сечении до 50 мм:  σв = 80 ÷ 95;  σт = 60 ÷ 75;  δ ≥ 10; αн ≥ 6  ψ ≥ 40 ÷ 50;  σ-1 ≈ 36  НВ 230 . . . 280  При сечении до 100 мм:  σв ≥ 75; σт ≥ 52;  δ ≥ 15; ψ > 50;  αн ≥ 6;  HB 230 . . . 285 | Детали с общей повышенной прочностью; работающие при средних скоростях и средних удельных давлениях: зубчатые передачи, червячные валы, шлицевые валы, промежуточные оси, шпиндели и валы, работающие в подшипниках качения |
| Закалка в масле, отпуск | HRC 34 . . . 42 | Сильно нагруженные шпиндели и валы, работающие в подшипниках качения, клапаны, шаровые упоры, храповые колеса |
| σв = 150 ÷ 160;  σт = 130 ÷ 140;  δ ≈ 7; αн ≈ 3  ψ ≈ 25;  HRC 45 . . . 50 | Детали работающие при средних окружных скоростях, высоких удельных давлениях и небольших ударных нагрузках: зубчатые колеса, шпиндели, втулки, кольца, рейки, роторы гидронасосов |
| Закалка с нагревом т.в.ч. с глубиной закаленного слоя 1,8 – 2,2 мм, отпуск | σ-1 ≈ 36  HRC 50 . . . 54 | Детали, к которым предъявляются требования высокой поверхностной твердости и повышенной износоустойчивости: зубчатые колеса, валы, оси. При требовании повышенной прочности сердцевины изделия материалы должны быть улучшены перед закалкой с нагревом т.в.ч. |